

## Исследование коррозионных и электрохимических свойств никелида титана TiNi

Марков Андрей Вячеславович

Баикова Ирина Олеговна, Молин Илья Александрович

Удмуртский государственный университет

Решетников Сергей Максимович, д.х.н.

[Markovandrei.ru@ya.ru](mailto:Markovandrei.ru@ya.ru)

Как известно, Ti и Ni образуют семейство сплавов различного состава. Особый интерес представляет сплав TiNi при атомном соотношении 1:1 (45% и 55% по массе соответственно), также известный как нитинол, который обладает рядом полезных свойств: очень высок коррозионной стойкостью, высокой прочностью, эффектом «памяти формы», хорошей биологической совместимостью, высокой демпфирующей способностью. Эти свойства определили применение материала в различных областях науки и техники, в частности в медицине (производство стентов, зажимов для защемления слабых вен, различных ортопедических конструкций и т. п.). В связи с тем, что нитинол используется в биомедицинской технике в качестве материала для создания различного рода имплантов, к нему предъявляются особые требования в средах, близких к внутренним средам человека. Целью данной работы было изучение электрохимических и коррозионных свойств никелида титана TiNi в нейтральных средах и средах, сходных по составу с биологической средой человека. Для этого использовался потенциодинамический метод снятия вольтамперных кривых исследуемого материала.

Для проведения эксперимента были выбраны следующие модельные растворы: боратный буферный раствор, 0,1 М раствор хлорида натрия, раствор Рингера (8,6 г NaCl, 0,3 г KCl и 0,25 г CaCl<sub>2</sub> в 1 дм<sup>3</sup>), имитирующий pH среды и анионный состав физиологических сред человека. Хлорид-ион является депассиватором, ухудшающим коррозионную стойкость запассивованных металлов. Предварительные опыты при поляризации образцов из никелида титана в боратном буферном растворе при pH 7,4 показали, что TiNi находится в пассивном состоянии, что позволяет признать его коррозионностойким сплавом с потенциалом перепассивации  $\approx 1200$  мВ. В то же время в растворе Рингера наблюдается падение коррозионной стойкости, интервал потенциалов, при которых материал пассивен для коррозионных процессов, заметно сокращается, и потенциал перепассивации в данных условиях составляет 20-50 мВ. Для повышения коррозионной стойкости сплав был обработан с помощью импульсного лазера на воздухе в нескольких режимах (данные указаны в таблице ниже).

| Параметры                     | Режим 1 | Режим 2 | Режим 3 |
|-------------------------------|---------|---------|---------|
| Мощность, Вт                  | 22.5    | 22.5    | 22.5    |
| Частота, кГц                  | 40      | 40      | 40      |
| Скорость сканирования, мм/сек | 200     | 100     | 200     |
| Фокус, мм                     | 208     | 208     | 206     |

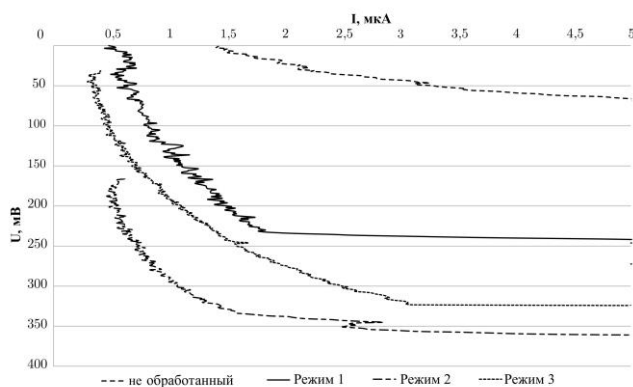


рис.1. Поляризационные кривые, полученные в растворе Рингера

При данном виде обработки в момент импульса достигаются температуры, превышающие температуры плавления оксидов никеля и титана. Возникающие при этом температурные поля способствуют образованию и сохранению оксидов соответствующих металлов в виде твердого раствора. Образующийся таким образом слой обладает лучшими защитными свойствами, чем оксиды, самопроизвольно образующиеся на поверхности сплава. В целом оказалось, что после короткоимпульсной лазерной обработки во всех испытанных режимах коррозионные свойства образцов улучшаются. Это делает перспективным изучение такого способа обработки в дальнейшем (рис. 1).

В результате проведенной работы было показано, что в физиологических средах нитинол ведет себя как коррозионностойкий материал. Наиболее значимым результатом является возможность повышения коррозионной стойкости нитинола с помощью импульсной лазерной обработки.